Boll. Soc. Hist. Nat. Balears, 31 (1987): 57-66 Palma de Mallorca.

ESTRUCTURA DE LAS POBLACIONES Y CRECIMIENTO DE *Littorina neritoides* (L. 1758) (MOLLUSCA, GASTROPODA) EN LAS COSTAS DE LAS ISLAS BALEARES

M. Bosch[1] e I. Moreno[2]

PALABRAS CLAVE: *Littorina neritoides,* edad, estructura poblacional, exposición al oleaje.

KEYWORDS: *Littorina neritoides,* age, population structure, wave exposition.

RESUMEN. Se ha calculado la ecuación de von Bertalanffy para *Littorina neritoides*, observándose que esta especie puede alcanzar la edad de 12,4 años, que corresponde a una talla de 10,99 mm. Se comparan estos datos con los de otros autores. Por otra parte, se dan las estructuras de las poblaciones de dicha especie en seis localidades, de Baleares, relacionándolas con la exposición al oleaje.

RESUM. ESTRUCTURA DE LES POBLACIONS I CREIXEMENT DE *Littorina neritoides* (L. 1758) (MOLLUSCA, GASTROPODA) A LES COSTES DE LES ILLES BALEARS. S'ha calculat l'equació de von Bertalanffy per a *Littorina neritoides*, observant-se que aquesta espècie pot arribar a l'edat de 12,4 anys, que correspon a una mida de 10,99 mm. Es comparen aquestes dades amb les d'altres autors. Per altre banda, es donen les estructures de les poblacions de *Littorina neritoides* a sis localitats, de Balears, relacionant-les amb l'exposició a les ones.

SUMMARY. POPULATION STRUCTURE AND GROWTH OF *Littorina neritoides* (L. 1758) (MOLLUSCA, GASTROPODA), ON THE SHORES OF THE BALEARIC ISLANDS. The von Bertalanf equation for *Littorina neritoides* has been calculated, and based on it, it has been verified that this species can reach an age of 12.4 years, that corresponds with a size of 10.99 mm. The result are compared with those of other authors. The population structure of *Littorina neritoides* in six balearic localities is given in relation to wave exposure. On the other hand, longevity is related to environmental factors, such as wave exposure.

(1) Laboratori de Zoologia.
(2) Laboratori de Biologia Marina. Departament de Biologia i Ciències de la Salut. Facultat de Ciències. Universitat de les Illes Balears. 07071 Palma de Mallorca.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de *Littorina neritoides* ha sido estudiado por LYSAGHT (1941) y DAGUZAN (1976b). Puesto que el período reproductor es discontinuo (LEBOUR, 1935; LYSAGHT, 1941; PALANT & FISHELSON, 1968; DAGUZAN, 1976a y b; FRETTER & MANLY, 1977; HUGHES & ROBERTS, 1980) en las poblaciones de esta especie se solapan diversas generaciones, por tanto la distribución de frecuencias de tallas resulta polimodal.

El crecimiento de la concha es isométrico, excepto en el caso del tamaño de la boca de la misma, respecto de la longitud total, que presenta un crecimiento alométrico negativo (BOSCH & MORENO, 1984). El tamaño de la boca de la concha se va haciendo proporcionalmente menor a lo largo del crecimiento del animal. Por ello la superficie de fijación al sustrato va disminuyendo proporcionalmente a medida que el animal va aumentando de tamaño; por tanto disminuye también la capacidad de resustir el arrastre de las olas. Por ello la exposición al oleaje puede actuar como un factor decisivo en la longevidad de estos animales, condicionando así la estructura de las poblaciones.

MATERIAL Y METODOS

Se han estudiado 1.246 individuos, procedentes de 44 muestras recolectadas en 6 transectos perpendiculares al mar. Estos fueron realizados en 6 localidades diferentes (Figura 1), sujetas a distinto régimen de oleaje. El sustrato era de tipo calcarenítico en todas ellas.

Las estaciones de muestreo fueron: Colònia de Sant Jordi (CJ), Ca'n Picafort (CP), Son Bauló (SB), Mal Pas (MP) y Port des Canonge (PDC) en la isla de Mallorca y Punta den Xinxó (PX) en Ibiza. En la tabla 1 se expresan las características de las distintas zonas de muestreo, en orden de mayor a menor exposición.

La longitud total considerada va desde la base de la boca hasta el ápice. El período reproductor de *Littorina neritoides* abarca desde diciembre hasta febrero (PALANT & FISHELSON, 1968). Por ello, a finales de junio y principios de julio, época en la que se realizaron los muestreos, los individuos de *Littorina neritoides* tenían por término medio 0,5 años 1,5; 2,5 años, etc.

Como consecuencia de la discontinuidad del período reproductor antes mencionada, la población muestra una distribución polimodal de tallas y por

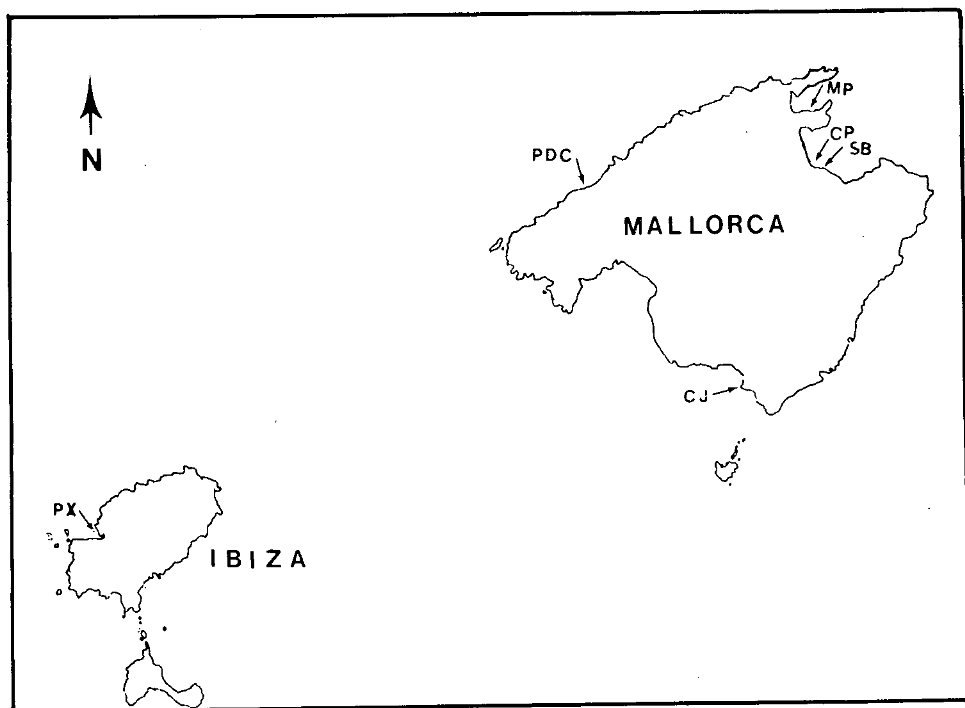


Figura 1. Situación de las localidades muestreadas
Location of the sites sampled.

PDC		MP		CP		SB		CS		PX	
d	P	d	P	d	P	d	P	d	P	d	P
0,7	50	1,2	30	1,9	5	1,3	40	0,3	25	0,5	30
1,5	80	2	20	2,4	3	1,6	40	1	15	1	30
3	25	3	20	3,4	2	1,9	40	2	10	1,5	25
4	20	4	20	4,4	2	3	1	4	10	2,5	15
5,5	20	6	20	5,4	0	4	4	6	5	4	5
7	20	8	20	7,4	4	6,4	5	9	3	6	5
		10	20	9	2	9	10	20	0	15	2
		14	20	12	2	10,5	0	30	0	20	2
				17	2	14,5	0			30	1

Tabla 1. Características de las localidades estudiadas. d = Distancia al mar (m). P = Pendiente en grados.
Characteristics of the localities studied. d = distance to the sea (m). P = slope in degrees.

tanto de edades. Cada componente de esta distribución corresponde a una generación de individuos nacidos en sucesivos períodos reproductores.

La separación de las distintas generaciones se ha realizado por el método de HAZEN (1913), utilizando papel probabilístico, cuya utilidad biológica fue señalada por HARDING (1949), y que a menudo ha sido utilizada en malacología (WILLIAMS, 1964; FRANZ, 1971; MIRANDA, 1975; ACUÑA, 1977; MIRANDA & ACUÑA, 1979, BRETOS, 1982, entre otros). Concretamente para *Littorina neritoides* lo fue por DAGUZAN (1976b).

Con el objetivo de evitar excesivas irregularidades que enmascarasen los resultados, antes de representar las frecuencias acumulativas de las clases de longitud (intervalos de 0,5 mm) sobre el papel probabilístico, las frecuencias absolutas fueron corregidas utilizando la siguiente fórmula:

$$f_i = \frac{f_{i-1} + 2f_i + f_{i+1}}{4}$$

Como autores anteriores (LEVEQUE, 1971; MIRANDA, 1975; MIRANDA & ACUÑA, 1978; BRETOS, 1982) el estudio del crecimiento se ha basado en las diferentes generaciones, aplicando la ecuación de von Bertalanffy (VON BERTALANFFY, 1938):

$$L_t = L_\infty \left[1 - e^{-k(t - t_0)}\right]$$

L_∞ ha sido calculado por el método de WALFORD (1946), hallándose la recta de regresión:

$$L_{n+1} = a\,L_n + b$$

siendo L_∞ la intersección de dicha recta con la bisectriz. El cálculo de k se basa en que la pendiente de la recta de WALFORD es igual a e^{-k}:

$$a = e^{-k}$$

de donde $$k = -\ln a$$

Para el cálculo de to se ha utilizado el método de GULLAND (1969):

$$t_o = t + \frac{1}{k} \ln \left(\frac{L_\infty - L_t}{L_\infty} \right)$$

el valor de to, se ha tomado como la medida de las tres generaciones más recientes.

La tasa instantánea de mortalidad (Z) se halló a partir de la siguiente expresión:

$$N_t = N_o e^{-zt}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor de L_∞ hallado es de 13,97 y la ecuación de von Bertalanffy calculada es:

$$L_t = 13{,}97 \; [1 - e^{-0{,}11 \; (t + 1{,}84)}]$$

En la tabla 2 se exponen las tallas medias de las distintas generaciones. La distribución por edades de las poblaciones de *Littorina neritoides* en las diferentes localidades, quedan reflejadas en las figuras 2 a 3, en las que se representan los porcentajes de individuos de las distintas generaciones, designadas con números romanos desde la más reciente hasta la más antigua.

Los individuos de mayor edad fueron hallados en Punta den Xinxó (generación XIII) (Fig. 3 b) y Colònia de Sant Jordi (generación IX) (Fig. 3 a). En Port des Canonge (Fig. 2 a) los individuos más viejos corresponden a la generación IV y en Mal Pas (Fig. 2 b) la V. Aunque en Ca'n Picafort y Son Bauló hay el mismo número de generaciones (Figs. 2c y d) que en Mal Pas, las frecuencias de las generaciones de más edad son mayores en Ca'n Picafort y Son Bauló.

Estos resultados concuerdan con los diferentes grados de exposición en la 6 localidades estudiadas. Port del Canonge y Mal Pas son las más expuestas a la acción del oleaje, mientras que Punta den Xinxó y Colònia de Sant Jordi son las menos expuestas. Por otra parte, puesto que el crecimiento de la boca de la concha de *Littorina neritoides* es alométrico negativo con respecto al cre-

Generacion	Edad (años)	Long. media (mm.)
I	0,5	3,17
II	1,5	4,30
III	2,5	5,30
IV	3,5	6,21
V	4,5	7,01
VI	5,5	7,74
VII	6,5	8,39
VIII	7,5	8,97
IX	8,5	9,49
X	9,5	9,96
XI	10,5	10,38
XII	11,5	10,75
XIII	12,5	11,09

Tabla 2. Tallas medias teóricas a las diferentes edades.
Theoretical mean heights for the different ages.

cimiento en longitud de la concha (BOSCH & MORENO, 1984), la superficie de adherencia a las rocas es proporcionalmente menor en los individuos de mayor talla. Por tanto, en las costas expuestas, debido a que los individuos de mayor talla son arrancados con mayor facilidad por la acción del oleaje, la población se renueva más rápidamente. En las zonas menos expuestas, donde la acción de las olas es menor, pero donde existen suficientes salpicaduras para permitir sobrevivir a *Littorina neritoides*, este gasterópodo vive más tiempo, y alcanza tallas mayores.

DAGUZAN (1976b) y HUGHES & ROBERTS (1980), encontraron valores de L_∞ de 7,6 y 7,5 mm, respectivamente. Estos autores, parece que subestiman la talla máxima de esta especie; puesto que LYSAGHT (1941) cita un ejemplar de 10,40 mm; NORDSIECK (1968) habla de 10 mm, por otra parte hemos hallado un individuo de 10,99 mm.

PDC	MP	CP	SB	CJ	PX	Global
1,82	1,78	1,04	0,78	0,73	0,64	0,86

Tabla 3. Tasa instantánea de mortalidad (z) en cada una de las poblaciones estudiadas.
Instant mortality rate (z) for each population studied.

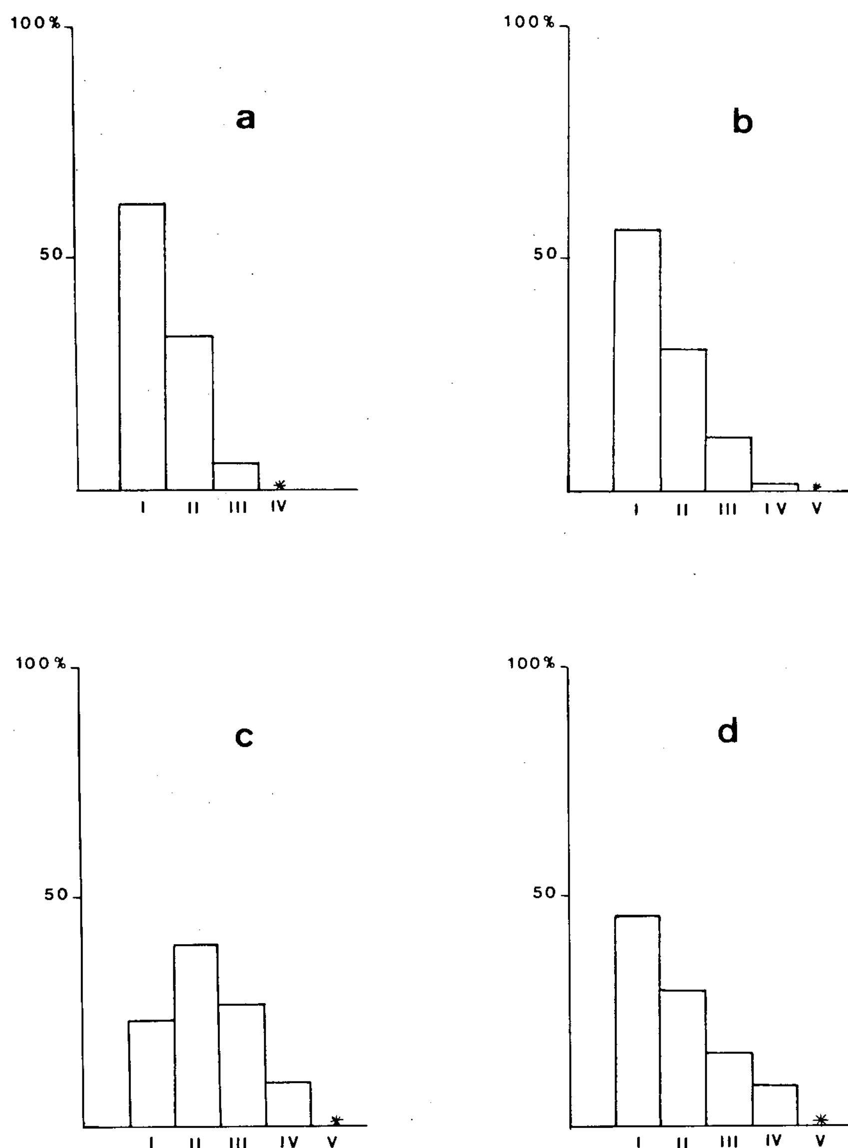


Fig. 2. Distribución de frecuencias de las distintas generaciones en: (a) Port del Canonge, (b) Mal Pas, (c) Can Picafort, (d) Son Bauló.
Frequency distribution of the different generations in: (a) Port del Canonge, (b) Mal Pas, (c) Can Picafort, (d) Son Bauló.

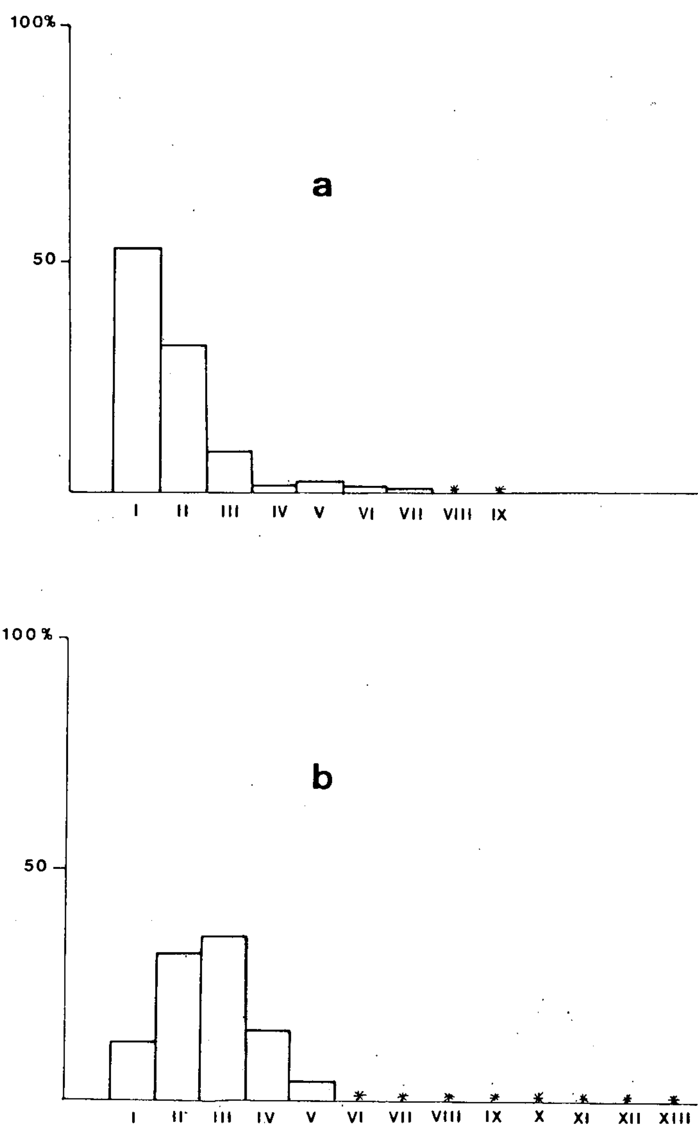


Fig. 3.– Distribución de frecuencias de las distintas generaciones en: (a) Colònia de Sant Jordi, (b) Punta den Xinxó.
Frequency distribution of the different generations in: (a) Colònia de Sant Jordi, (b) Punta den Xinxó.

Con respecto a la tasa instantánea de mortalidad (z), los resultados se exponen en la tabla 3, en la cual se observa que es directamente proporcional a la exposición al oleaje.

Aunque la longevidad (tabla 4) hallada está próxima, en algunos casos (Ca'n Picafort y Son Bauló) a la hallada por DAGUZAN (1976b), en otros es menor (Mal Pas y Port del Canonge); por el contrario en dos zonas, Punta den Xinxó y Colònia de Sant Jordi, estos gasterópodos alcanzan edades muy superiores; siendo el caso más extremo el de un individuo de 10,99 mm que corresponde a 12,4 años de edad, hallado en Punta den Xinxó.

%	PDC	MP	CP	SB	CJ	PX
90	1,27	1,95	2,21	2,95	3,15	3,60
95	1,65	1,68	2,88	3,84	4,10	4,68
99	2,53	2,59	4,43	5,90	6,31	7,20

Tabla 4. Edades (años) a las cuales ha desaparecido el 90 %, 95 % y 99 % de los individuos de cada una de las poblaciones estudiadas.

Ages (years) at wich 90, 95 and 99 % of individuals from each population studied have disappeared.

BIBLIOGRAFÍA

ACUÑA, E. 1977.– Estudio preliminar de edad y crecimiento de *Fisurella latemarginata* (Sowerby, 1834) en Tocopila, Chile (Mollusca, Gastropoda, Fissurellidae) *Rev. Biol. Mar.*, 16 (2): 117-124.

BOSCH, M & MORENO, I. 1984.– Crecimiento de *Littorina neritoides* (L. 1758) (Molusco Gasterópodo) en relación con la exposición en Baleares. *Act. IV Simp. Iber. Bent. Mar.*, 2: 197-207.

BRETOS, M. 1982.– Biología de *Fissurella maxima* Sowerby (Mollusca, Archaeogastropoda) en el norte de Chile. I: Caracteres generales, edad y crecimiento. *Cahiers Biol. Mar.*, 23 (2): 159-170.

DAGUZAN, J. 1976a.– Contribution a l'écologie des Littorinidae (Mollusques, Gastéropodes, Prosobranches) II: *Littorina neritoides* (L). et *Littorina saxatilis* (Olivi). *Cahiers Biol. Mar.*, 17: 213-236.

DAGUZAN, J. 1976b.– Contribution a l'étude de la croissance et la longevité de quelques Littorinidae (Mollusques, Gastéropodes, Prosobranches). *Arch. Zool. Exp. Gen.*, 117: 57-80.

FRANZ, D. J. 1971.– Population age structure, growth and longevity of the marine Gastropod *Urosalpinx cineraria* SAY. *Biol. Bull.*, 140: 63-72.

FRETTER, V. & MANLY, R. 1977.– The settlement and early benthic life of *Littorina neritoides* (L.) at Wembury, S. Devon. *J. Molusc. Stud.* 43 (3): 255-262.

GULLAND, J. A. 1969.– *Manuel des méthodes d'evaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie: Analyse des populations.* Manuel F.A.O. de Science Halieutique FRS/M4, 166 pp.

HARDING, J. P. 1949.– The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frecuency distributions. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 28: 141-153.

HAZEN, A. 1913.– Storage to be provided in impounding reservoirs for municipal water supply. *Proc. Amer. Soc. Civil eng.* 49: 1943-2044.

HUGHES, R. & ROBERTS, D. J. 1980.– Growth and reproductive rate of *Littorina neritoides* (L.) in North Wales. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 60: 591-599.

LEBOUR, M. V. 1935.– The breeding of *Littorina neritoides. J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 20: 373-378.

LEVEQUE, C. 1971.– Equation de von Bertalanffy et croissance des Mollusques benthiques du lac Tchad. *Cah. ORSTROM Hidrobiol.* 5: 262-283.

LYSAGHT, A. M. 1041.– The biology and Trematode parasites of the gastropod *Littorina neritoides. J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 25: 41-67.

MIRANDA, O. 1975.– Crecimiento y estructura poblacional de *Thais (Stromanita) chocolata* (Duclos, 1832) en la Bahía de Mejillones del Sur, Chile (Molusca, Gastropoda, Thaidae). *Rev. Biol. Mar.* 15 (3): 263-286.

MIRANDA, O. & ACUÑA, E. 1979.– *Mytilus edulis chilensis* (HUPE, 1854) en Cabo Negro (Prov. de Magallanes) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae). *Rev. Biol. Mar. Univ. Chile.* 16 (3): 331-353.

NORDSIECK, F. 1968.– *Die europäischen Meere-Gehäuseschnecken (Prosobranchia) von Eismeer bis Kapverden und Mittelmeer.* Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 273 pp.

PALANT, P. & FISHELSON, L. 1968.– *Littorina punctata* (Gmelin) and *Littorina neritoides* L. (Mollusca, Gastropoda) from Israel: Ecology and annual cycle of genital system. *Isr. J. Zool.* 27: 145-160.

VON BERTALANFFY, L. 1938.– A quantitative theory of a organic growth. *Hum. Biol.* 10: 181-213.

WALFORD, L. A. 1946.– A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Lab. Woods Hole* 90 (2): 141-147.

WILLIAMS, E. E. 1964.– The growth and distribution of *Littorina litorea* (L.) on a shore in Wales. *J. Anim. Ecol.* 33: 413-432.